

## ROYAUME DE BELGIQUE

SERVICE DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
BREVET D'INVENTION  
N° 553412

demande déposée le 14 décembre 1956 à 13 h. ;  
brevet octroyé le 14 juin 1957.

KLOCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AKTIENGESELLSCHAFT,  
résidant à KÖLN-DEUTZ (Allemagne).

(Mandataire : Office KIRKPATRICK-C.T. PLUCKER).

TAMBOUR ROTATIF A AXE OBLIQUE.

(ayant fait l'objet d'une demande de brevet déposée en Allemagne le  
15 décembre 1955 (République Fédérale) - déclaration de la déposante).

IMPRIME et EDITE le 15 JANVIER 1960.

PRIX : 20 Fr.

La présente invention concerne les tambours rotatifs à axe oblique, supportés par des anneaux de roulement sur des galets porteurs et entraînés par des engrenages droits, par exemple les broyeurs à boulets, à barres ou tubulaires, les tambours de lavage, de récurage ou de granulation, les tambours de séchage ou les fours rotatifs.

Dans les formes de réalisation connues, les tambours rotatifs à axe oblique sont pourvus d'anneaux cylindriques de roulement roulant chacun sur deux galets porteurs également cylindriques. Le poids du tambour rotatif, y compris son contenu, peut être décomposé en une composante de force agissant perpendiculairement aux surfaces de roulement des galets et en une composante de force agissant dans le sens de l'axe du tambour rotatif. Cette dernière composante est la cause de la tendance du tambour à se

déplacer vers le bas. Il en résulte que pour absorber ces forces axiales, il faut prévoir, en outre des rouleaux porteurs précités, de galets de butée spéciaux qui doivent être relativement robustes. Ces formes de réalisations connues ont l'inconvénient de nécessiter des grands frais de construction et de provoquer une forte usure des anneaux de roulement et des rouleaux.

On connaît aussi un tambour rotatif à axe oblique, supporté par des anneaux de roulement coniques sur des galets porteurs coniques. Chaque galet porteur conique est monté sur un axe fixe. La conicité est calculée de façon que les sommets des cônes de chaque anneau de roulement et des galets porteurs correspondants, se trouvent sur l'axe du tambour. Mais en pratique on n'arrive pas à régler avec précision tous les galets porteurs dans leur position correcte, rien que parce qu'il s'agit de tambours rotatifs grands et lourds travaillant dans de très rudes conditions. Aussi, ces tambours rotatifs connus ne tournent-ils pas rond et leurs éléments de montage sont-ils soumis à une usure relativement forte.

La présente invention vise à écarter les inconvénients précités. A cet effet, deux galets porteurs montés, de part et d'autre du plan longitudinal médian vertical du tambour rotatif sont prévus pour chaque anneau de roulement et dans chaque galet porteur est incorporée une bague élastique radialement précontrainte, la conicité  $\varphi_1$  de l'anneau de roulement et celle  $\varphi_2$  des galets porteurs sont calculées de façon à répondre aux équations suivantes:

$$\operatorname{tg} \varphi \frac{1}{2} = \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \beta$$

$$\sin \varphi \frac{2}{2} = \frac{r}{R} \cdot \sin \varphi \frac{1}{2}$$

dans lesquelles  $\alpha$  représente l'angle d'inclinaison de l'axe du tambour sur l'horizontale,  $\beta$  l'angle entre la ligne de liaison des centres d'un galet porteur et de l'anneau de roulement d'une part, et le plan longitudinal vertical de symétrie du tambour rotatif d'autre part,  $r$  le rayon moyen d'un galet porteur et  $R$  le rayon moyen d'un anneau de roulement, et il est prévu une couronne

d'entraînement du tambour à denture droite pourvue d'un dispositif, par exemple des galets de butée, qui empêche le tambour de se déplacer axialement.

Les dessins annexés montrent à titre d'exemple une forme de réalisation de l'invention.

La fig. 1 est une vue de côté d'un tambour rotatif à axe oblique,

la fig. 2 est une coupe transversale par la ligne II-II de la fig. 1,

la fig. 3 est une coupe transversale d'un rouleau porteur,

la fig. 4 est un détail de la fig. 1,

les figs. 5 et 6 sont des représentations graphiques des forces engendrées suivant l'invention, et

la fig. 7 est une autre forme de réalisation d'un tambour rotatif.

Sur la fig. 1, le chiffre de référence 1 désigne un tambour rotatif, à savoir une partie d'un four à ciment à axe oblique. Sur ce tambour sont montés des anneaux de roulement tronconiques 2 dont les surfaces de roulement 3 prennent appui sur des galets porteurs 4, également tronconiques. Ces galets porteurs 4 sont tourillonnés sur des axes fixes montés chacun dans un bâti 5, comme on le décrira plus loin avec référence à la fig. 3. Ce bâti 5 est fixé sur une fondation en béton 7. Il ressort en outre de la fig. 1, que les sommets des cônes des galets porteurs 4 et des anneaux de roulement 2 coïncident sur l'axe C-D du tambour rotatif. La fig. 2 représente le montage des galets porteurs 4 sous le tambour rotatif 1 ou l'anneau de roulement 2. Les deux galets porteurs correspondant à un anneau de roulement, sont montés de part et d'autre de l'axe de symétrie vertical.

La fig. 3 est une coupe d'un galet porteur, à une plus grande échelle. L'axe 8 du galet porteur, est solidement fixé dans le bâti 5 à deux montants 6 et 7, par boulonnage des deux flasques

9 et 10. Sur la partie médiane de l'axe sont montés deux roulements à galets 11 et 12. Les bagues intérieures 13 et 14 de chaque roulement sont tenues latéralement par des bagues 15 et 16. Les bagues extérieures 17 et 18 des roulements sont serrées axialement par l'intermédiaire d'une bague d'écartement 19 et d'anneaux 20 et 21. Ces derniers sont fixés à l'aide de vis 22 sur les bagues 23. Sur leurs côtés extérieurs, les anneaux 20 et 21 sont pourvus de protubérances annulaires coopérant avec des protubérances correspondantes des anneaux 24 et 25 de l'axe 8. On réalise de cette manière des joints en labyrinthe protégeant les paliers à galets contre les souillures. Dans l'axe 8 sont prévus des trous de graissage 26 et 27, par lesquels les paliers à galets peuvent être lubrifiés.

La bague 23 constitue la bague intérieure d'un élément connu dans la technique sous le nom de " Silent-bloc ". Un " Silent-bloc " comprend deux bagues métalliques, ici la bague 23 et la bague extérieure 28. Entre ces deux bagues est intercalé un anneau en caoutchouc précontraint 29. La précontrainte empêche d'une part l'anneau en caoutchouc de glisser relativement aux bagues métalliques, et d'autre part, grâce à elle, l'anneau en caoutchouc peut absorber une charge radiale relativement forte. L'anneau métallique est protégé de part et d'autre contre les souillures et les détériorations par des flasques métalliques 30 et 31 fixés par des vis 22. Toutefois les flasques 30 et 31 ne limitent pas latéralement l'anneau en caoutchouc, de sorte que l'élasticité de ce dernier n'en souffre pas. La bague extérieure 28 du " Silent-bloc " est calée à la presse dans le corps du galet porteur proprement dit 32. Au lieu d'un " Silent-bloc " on peut aussi éventuellement utiliser avec avantage d'autres anneaux élastiques.

La fig. 4 montre un galet de butée 33 dont la surface extérieure 34 est bombée et porte contre la surface annulaire 35 de l'anneau de roulement 2. Le galet de pression est tourillonné sur

l'axe 36 fixé à la fondation 37. Ce dispositif sert à absorber des forces axiales relativement faibles, produites par de petites irrégularités de montage ou de finissage et qui, en pratique, ne peuvent être évitées. Ce dispositif empêche donc un déplacement axial du tambour rotatif et constitue uniquement un dispositif de sécurité. Le galet de butée assure un fonctionnement sans aléa également lorsque l'anneau de roulement présente des irrégularités ou des protubérances. Un seul galet de butée est montré sur la fig. 4. Toutefois comme le montre la fig. 1, on peut aussi monter de tels galets de butée de part et d'autre de l'anneau de roulement. De préférence, on laisse subsister entre ces galets de butée et les faces correspondantes de l'anneau de roulement, un jeu de l'ordre de 10 à 20 mm environ.

Les figs. 5 et 6 sont une représentation graphique des rapports géométriques et des forces engendrées suivant l'invention. L'axe C-D du tambour rotatif est incliné de l'angle  $\alpha$  sur l'horizontale. Sur le tambour rotatif 1 est fixé un anneau de roulement tronconique 2, qui prend appui sur les galets porteurs tronconiques 4 par sa surface de roulement 3. Les sommets des cônes de l'anneau de roulement et des galets porteurs se situent au point S sur l'axe C-D du tambour rotatif. L'angle de conicité de l'anneau de roulement est désigné par  $\varphi_1$  et celui des rouleaux porteurs par  $\varphi_2$ . On voit sur la fig. 6 que l'anneau de roulement prend appui sur deux galets porteurs 4 montés de part et d'autre du plan vertical Z qui passe par le centre M du tambour rotatif. L'angle formé par ce plan vertical Z, d'une part, et par la ligne reliant les centres de l'anneau de roulement 2 et d'un galet porteur 4, d'autre part, est désigné par  $\beta$ . Les rayons moyens de l'anneau de roulement et du galet porteur, sont désignés par R et r. Pour que les pressions P des galets, et donc aussi la somme des pressions P, passant par le centre du montage sphérique des galets porteurs, se situent dans un plan vertical x, il faut réaliser les équations suivantes:



$$\operatorname{tg} \varphi \frac{1}{2} = \operatorname{tg} \alpha \cos \beta$$

$$\sin \varphi \frac{2}{2} = \frac{r}{R} \sin \varphi \frac{1}{2}$$

Comme les forces se situent dans un plan vertical il ne peut plus se produire des composantes horizontales de forces provenant du poids du tambour rotatif.

Le dispositif décrit plus haut fonctionne comme suit:

Le tambour est mis en rotation par un moteur, non représenté, et une commande à pignons. Ces derniers peuvent alors être pourvus d'une denture droite. Si pour une raison quelconque, la surface de roulement d'un ou de plusieurs galets porteurs ne correspond pas exactement à la surface de roulement extérieure de l'anneau de roulement 2, chaque galet porteur peut se régler de façon convenable grâce à la partie élastique du galet porteur, par exemple du " Silent-bloc ". Tandis que la bague 23 et tous les éléments qu'elle entoure conserve l'axe de rotation primitif, c'est-à-dire la ligne médiane géométrique de l'axe 8, les bagues 28 et 32 peuvent se déplacer, c'est-à-dire s'adapter à la surface de roulement de l'anneau de roulement, de façon que les surfaces de roulement posent à nouveau exactement l'une sur l'autre. Cette accommodation ne peut se faire qu'à l'encontre de la précontrainte de l'anneau élastique. Il ne peut donc se produire aucun battement bruyant. De plus, il ne peut se produire des pressions obliques, mais au contraire les forces sont transmises uniformément sur les roulements à galets et se répartissent aussi très régulièrement sur les surfaces de roulement, de sorte qu'on évite au maximum des surcharges locales et ainsi une usure préjudiciable des éléments.

Dans le galet porteur montré sur la fig. 3, les roulements à galets sont, comme décrit, montés entre l'axe fixe 8 et les anneaux du " Silent-bloc ". Toutefois, les roulements à galets peuvent aussi être montés entre les montants 6 et 7 du bâti d'une part et l'axe 8 d'autre part. Dans ce cas, les montants sont un peu

plus larges et le " Silent-bloc " est monté directement sur l'axe, qui alors participe à la rotation. Au lieu de roulements à galets on peut aussi éventuellement prévoir des roulements lisses.

Au lieu de la commande par pignons à denture droite, il peut être particulièrement avantageux d'utiliser une commande à denture en chevrons connue en soi. Un tel tambour rotatif est représenté sur la fig. 7. La commande est constituée par une couronne 38 engrenant avec un pignon 39 qui est attaqué par un moteur non représenté. Le pignon est monté sur un arbre qui, en plus de ses paliers, possède aussi des butées axiales. De cette manière les forces axiales relativement faibles, peuvent être transmises au bâti 40 du pignon et ainsi à la fondation, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de prévoir des galets de butée distincts. Au lieu de la denture en chevrons on peut aussi prévoir une double denture oblique.

# R E V E N D I C A T I O N S

1.- Tambour rotatif à axe oblique, supporté par des anneaux de roulement coniques sur des galets porteurs coniques montés chacun à roulement à galets ou à roulement lisse sur un axe fixe, les sommets des cônes de chaque anneau de roulement et des galets porteurs correspondants étant situés sur l'axe du tambour rotatif, caractérisé en ce que pour chaque anneau de roulement sont prévus deux galets porteurs montés de part et d'autre du plan vertical longitudinal médian du tambour rotatif, et dans chaque rouleau porteur est monté un anneau élastique radialement précontraint, tandis que l'angle de conicité  $\varphi_1$  de l'anneau de roulement et l'angle de conicité  $\varphi_2$  des galets porteurs sont calculés de façon à répondre aux équations:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi \frac{1}{2} &= \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \beta \\ \sin \varphi \frac{2}{2} &= \frac{r}{R} \cdot \sin \varphi \frac{1}{2} \end{aligned}$$

$\alpha$  désignant l'angle d'inclinaison de l'axe du tambour par rapport



à l'horizontale,  $\beta$  l'angle entre la ligne de liaison des centres d'un galet porteur et de l'anneau de roulement d'une part et le plan longitudinal de symétrie vertical du tambour rotatif d'autre part,  $r$  le rayon d'un galet porteur et  $R$  le rayon moyen d'un anneau de roulement, et il est prévu une commande à pignon et couronne à denture droite, ainsi qu'un dispositif, par exemple des galets de butée, empêchant les mouvements axiaux du tambour.

2.- Tambour rotatif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que chaque galet porteur est monté à l'aide de deux roulements à galets oscillants, sur un axe fixe dans un bâti, et la partie élastique du galet porteur est montée entre les roulements à galets d'une part et le corps du galet porteur proprement dit d'autre part..

3.- Tambour rotatif suivant les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la partie élastique du galet porteur est protégée de part et d'autre par des tôles annulaires.

4.- Tambour rotatif suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'au lieu de la commande à pignon et couronne à denture droite, il est prévu comme dispositif empêchant le déplacement axial du tambour, une commande à pignon et couronne à denture en chevrons ou à double denture oblique, ainsi que des butées axiales sur l'arbre de commande du pignon.





